

5 Tecnica di comando e di servocontrollo

5.1 Principi

I sistemi di comando e di servocontrollo sono responsabili della coordinazione del funzionamento dei sistemi parziali all'interno di un sistema globale. D'altra parte, essi si occupano della coordinazione del funzionamento dei sistemi verso l'esterno. In un'automobile si svolge costantemente un gran numero di questi processi di comando e di regolazione, che sono coordinati secondo la funzione svolta.

Esempi di processi di comando

- Comandare lo scambio dei gas in seguito all'apertura ed alla chiusura delle valvole mediante una camma.
- Dirigere un veicolo in seguito alla sterzata delle ruote.

Esempi di processi di regolazione

- Regolare il rapporto aria-carburante secondo un valore determinato ($\lambda = 1$).
- Regolare la velocità di guida (Cruise Control).
- Regolare la forza frenante tramite il sistema antibloccaggio (ABS).
- Regolare la temperatura del liquido di raffreddamento tramite termostato.

5.1.1 Comando

Il comando è il processo che, in un sistema, influenza le grandezze d'uscita, in rapporto ad una o più grandezze d'entrata. Il circuito di comando non controlla se il valore ottenuto corrisponde a quello voluto (comandato).

Il circuito di comando è un impulso per ordinare un'operazione.

Catena di comando (fig.1). Essa è formata partendo da diversi elementi di comando che, nella catena della struttura, agiscono da coordinamento tra un componente e l'altro. La catena di comando è suddivisa in dispositivo di comando e processo di comando. Nell'esempio proposto sono spiegate le denominazioni degli elementi di una catena di comando. Si tratta di un'automobile con motore a benzina che deve mantenere una velocità costante di 80 km/h (fig. 2).

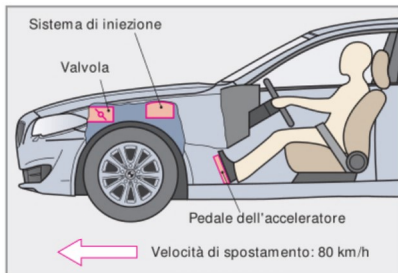


Figura 2: Controllo della velocità

Questa velocità rappresenta il **valore del compito** (fig. 3). Per raggiungerlo secondo le condizioni di guida indicate, una quantità di miscela definita deve essere iniettata nel motore. Il conducente dispone il pedale dell'acceleratore nella posizione corrispondente; la corsa del pedale è il **valore di guida (w)** (valore di riferimento).

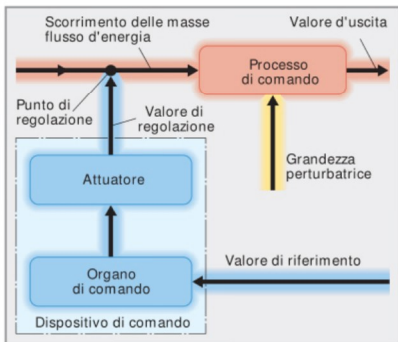


Figura 1: Catena di comando

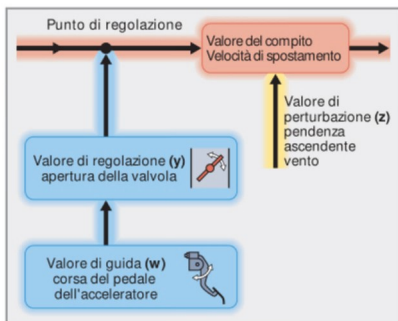


Figura 3: Valori fisici nel comando della velocità di spostamento

L'apertura della valvola corrisponde al **valore di regolazione (y)** per la quantità della miscela necessaria.

Il **dispositivo di comando (fig. 1)** è composto dall'apparecchio di comando e dall'attuatore.

Sono degli elementi direttamente legati alla coordinazione del funzionamento, indispensabili al processo di comando.

L'organo di comando è il pedale dell'acceleratore. L'attuatore è la valvola del gas. Il valore di riferimento w (la corsa del pedale) è il valore d'entrata dell'apparecchio di comando. Il valore di regolazione y (l'apertura della farfalla) è il valore d'uscita del dispositivo di comando.

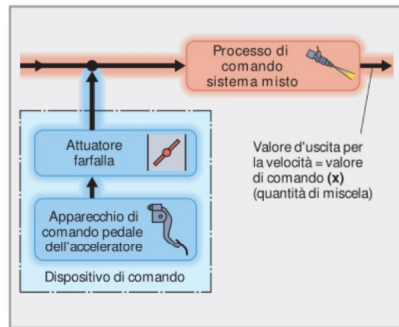


Figura 1: Catena di comando della velocità

La velocità di spostamento di 80 km/h è mantenuta fino a quando nessuna influenza esterna perturba il sistema.

Per esempio, quando il veicolo incontra una pendenza ascendente, la sua velocità diminuisce. La pendenza, in termini di comando, è una **grandezza perturbatrice z**.

Non può essere presa in considerazione dal comando, poiché viene modificato il valore "velocità", ma la corsa del pedale non può riportarsi da sola al valore di riferimento.

Il comando ha, dunque, un effetto di svolgimento aperto. Quando una grandezza perturbatrice sparisce, la velocità prevista è di nuovo mantenuta.

Per correggere l'influenza della grandezza perturbatrice (la salita), il conducente deve dare un valore di riferimento modificato (la corsa del pedale) al dispositivo del comando. In questo modo l'apparecchio di comando (il pedale dell'acceleratore) e l'attuatore (la farfalla) generano nel processo del comando un altro valore di uscita (la quantità di miscela) che permette di ristabilire la dimensione del compito (la velocità = 80 km/h).

5.1.2 Il servocontrollo

Il servocontrollo (o regolazione) è il processo mediante il quale il valore da regolare (la grandezza di regolazione) assume costantemente il valore reale, comparandolo con il valore ordinato, e, in caso di differenze rispetto a quest'ultimo, lo modifica automaticamente. **La caratteristica del servocontrollo è di lavorare con un circuito chiuso (il circuito di regolazione).**

Circuito di servocontrollo (fig. 2). È formato da elementi che prendono parte a un circuito chiuso della regolazione. Il circuito di servocontrollo comprende un dispositivo di regolazione e un processo di servocontrollo.

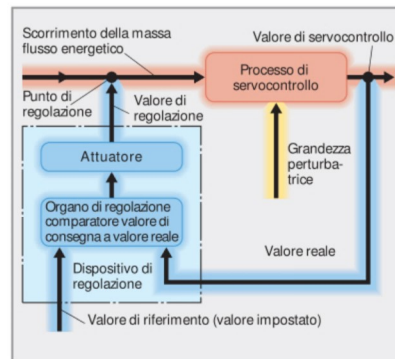


Figura 2: Circuito di servocontrollo

Nell'esempio del servocontrollo della velocità proposto, sono spiegate le espressioni e le designazioni. Si tratta di una vettura che deve viaggiare ad una velocità costante di 80 km/h (fig. 3) ed è equipaggiata di un regolatore di velocità per veicoli (Cruise Control).

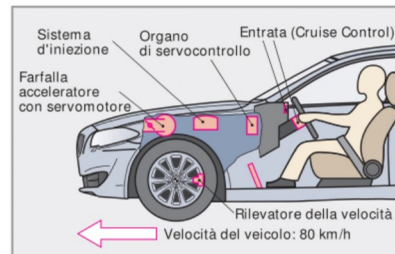


Figura 3: Servocontrollo della velocità di spostamento

Le grandezze fisiche (fig. 1)

La velocità di un veicolo è il **valore di servocontrollo x**. Il servocontrollo della velocità di un veicolo può essere innestato in diversi modi.

Normalmente, il conducente porta la vettura alla velocità di 80 km/h con il pedale e poi, azionando la leva del Cruise Control, inserisce il servocontrollo e fissa così il valore della velocità prescelta. Il valore impostato 80 km/h è il **valore di riferimento w**.

Per mantenere questa velocità, il motore necessita di una determinata quantità di miscela. A questo scopo, la farfalla di regolazione viene predisposta in una posizione che corrisponde alla quantità di miscela domandata. L'apertura della farfalla è quindi il **valore di regolazione y** che provvede a far uscire la necessaria quantità di miscela nel dispositivo di iniezione. In questo modo, il motore raggiunge la potenza data e il veicolo la velocità di spostamento richiesta (**valore di regolazione x**).

Le **grandezze perturbatrici z** possono agire sulla vettura sotto forma di una salita, di una discesa o del vento e dunque modificare la velocità. Quando la velocità reale viene trasmessa al dispositivo di regolazione per essere confrontata con il valore impostato, il servocontrollo può agire contro l'influenza delle grandezze perturbatrici.

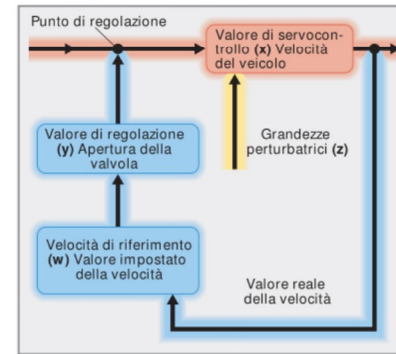


Figura 1: Grandezze fisiche per la regolazione della velocità di spostamento

Dispositivo di servocontrollo (fig. 2)

È composto dall'organo di regolazione e dall'attuatore. Questi elementi sono indispensabili per agire direttamente secondo la loro funzionalità sul processo di comando.

L'organo di regolazione riceverà, da parte di un elemento d'entrata, il valore di riferimento (valore impostato per la velocità); dall'altra parte, gli viene trasmesso il valore reale della velocità in atto ottenuto dal rilevatore. In base alla comparazione tra il valore reale e il valore impostato della velocità, l'organo della regolazione definisce in maniera automatica il

segnale per l'attuatore. L'attuatore è composto da un motore di regolazione e dalla valvola. Secondo lo scarto constatato dal circuito di servocontrollo, l'attuatore genera un **valore di regolazione y** (apertura della valvola a farfalla maggiore o minore). Il valore di regolazione rappresenta il valore d'uscita del dispositivo di servocontrollo.

Il **processo di servocontrollo** comprende la parte dell'installazione che deve essere influenzata in vista dell'ottenimento della qualità di miscela necessaria per raggiungere la velocità prescritta di 80 km/h. Il processo di servocontrollo è rappresentato dal dispositivo d'iniezione.

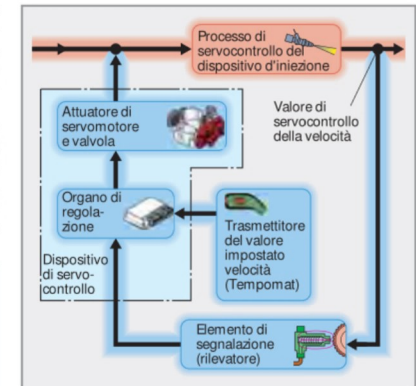


Figura 2: Circuito di servocontrollo della velocità

La quantità di miscela fornita da quest'ultimo corrisponde ad una potenza definita del motore; il veicolo raggiunge così una velocità determinata. La velocità è il valore d'uscita del processo di servocontrollo (valore di servocontrollo).

La procedura di servocontrollo. Contrariamente al comando, il servocontrollore verifica se il valore reale della grandezza di servocontrollo, ossia la velocità del veicolo effettivamente ottenuta, corrisponde al valore impostato.

Qui il valore reale viene misurato da un rilevatore di velocità e viene trasmesso all'organo di regolazione come valore di servocontrollo per comparazione. Se il valore reale della velocità si scosta dal valore impostato, l'organo di regolazione aprirà un nuovo processo di servocontrollo con un valore di regolazione modificato. Si parla allora di regolazione in circuito chiuso.

Campo di regolazione. Con questo termine si intende che la regolazione è possibile solo entro determinati limiti. In questo modo la regolazione della velocità di spostamento è stabilita dal costruttore solo all'interno di un determinato campo, per esempio da 30 fino a 210 km/h.

5.2 Struttura dell'unità di comando (centralina)

Un equipaggiamento di comando si suddivide in:

- **elemento di segnalazione** (sensore);
- **elemento di comando**;
- **attuatore**.

Gli elementi nell'unità di comando lavorano secondo il seguente principio di comando:

Entrata → Trattamento → Uscita

Questa sequenza del flusso di segnali è abbreviata in **principio IEO** (Input - Elaborazione - Output). Nella **fig. 1** questo principio viene spiegato con l'esempio di un pretensionatore per cinture di sicurezza.

I costruttori di automobili utilizzano dei sistemi di pretensionamento pirotecnici per le cinture di sicurezza, per evitare, in seguito a una collisione frontale,

che gli occupanti si feriscano contro il volante, il cruscotto o il parabrezza.

Entrata del segnale. La rilevazione di un impatto è realizzata con l'aiuto di un sensore d'accelerazione. Questo rileva la variazione istantanea di velocità e la trasmette, sotto forma di segnale elettrico, all'apparecchio di comando di innesco della carica.

Trasformazione del segnale. L'elettronica dell'apparecchio di comando di innesco rileva se un valore di decelerazione critico è oltrepassato e, se è il caso, l'apparecchio di comando di innesco agisce mediante un impulso sul circuito di accensione del pretensionatore per cinture.

Uscita del segnale. A questo punto, la capsula di accensione innesca un composto esplosivo. Così, la cintura di sicurezza viene tesa con l'aiuto della pressione generata dall'esplosione, mediante un pistone che mette in tensione un cavo.

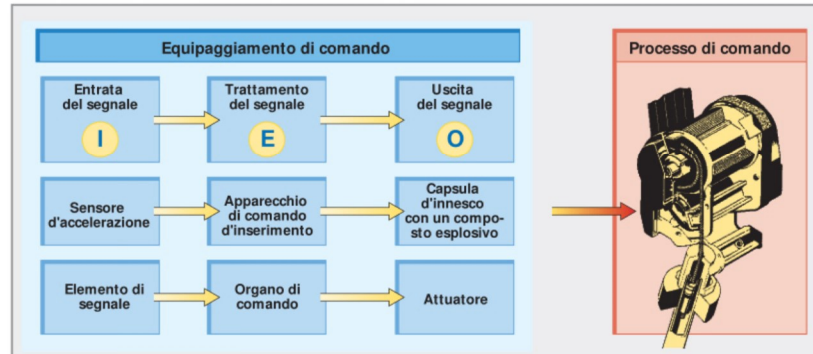


Figura 1: Schema di comando di un pretensionatore per cinture di sicurezza

5.2.1 Tipi di segnali, conversione dei segnali, sensori

I **sensori** sono definiti anche rilevatori. Ricepiscono diversi tipi di valori fisici (**fig. 2**), per trasformarli in segnali d'entrata (per esempio delle tensioni), e li trasmettono alle unità di comando.

Questi segnali possono avere forme diverse. Si distinguono i segnali analogici dai segnali binari e digitali.

Tipi di segnali

Segnali analogici (**fig. 1**, pag. 86). Questi segnali sono rilevati e trasferiti gradualmente.

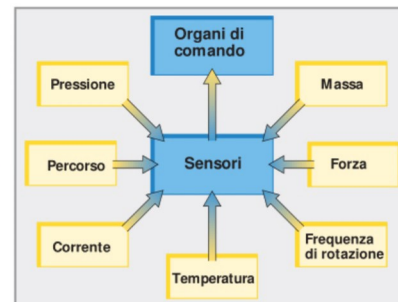


Figura 2: Segnali d'entrata dei valori fisici

5.2 Struttura dell'unità di comando (centralina)

Un equipaggiamento di comando si suddivide in:

- **elemento di segnalazione** (sensore);
- **elemento di comando**;
- **attuatore**.

Gli elementi nell'unità di comando lavorano secondo il seguente principio di comando:

Entrata → Trattamento → Uscita

Questa sequenza del flusso di segnali è abbreviata in **principio IEO** (Input - Elaborazione - Output). Nella **fig. 1** questo principio viene spiegato con l'esempio di un pretensionatore per cinture di sicurezza.

I costruttori di automobili utilizzano dei sistemi di pretensionamento pirotecnici per le cinture di sicurezza, per evitare, in seguito a una collisione frontale,

che gli occupanti si feriscano contro il volante, il cruscotto o il parabrezza.

Entrata del segnale. La rilevazione di un impatto è realizzata con l'aiuto di un sensore d'accelerazione. Questo rileva la variazione istantanea di velocità e la trasmette, sotto forma di segnale elettrico, all'apparecchio di comando di innesco della carica.

Trasformazione del segnale. L'elettronica dell'apparecchio di comando di innesco rileva se un valore di decelerazione critico è oltrepassato e, se è il caso, l'apparecchio di comando di innesco agisce mediante un impulso sul circuito di accensione del pretensionatore per cinture.

Uscita del segnale. A questo punto, la capsula di accensione innesca un composto esplosivo. Così, la cintura di sicurezza viene tesa con l'aiuto della pressione generata dall'esplosione, mediante un pistone che mette in tensione un cavo.

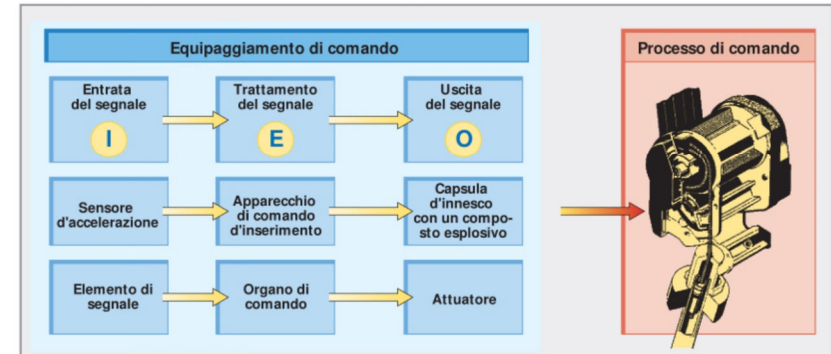


Figura 1: Schema di comando di un pretensionatore per cinture di sicurezza

5.2.1 Tipi di segnali, conversione dei segnali, sensori

I **sensori** sono definiti anche rilevatori. Ricepiscono diversi tipi di valori fisici (**fig. 2**), per trasformarli in segnali d'entrata (per esempio delle tensioni), e li trasmettono alle unità di comando.

Questi segnali possono avere forme diverse. Si distinguono i segnali analogici dai segnali binari e digitali.

Tipi di segnali

Segnali analogici (**fig. 1**, pag. 86). Questi segnali sono rilevati e trasferiti gradualmente.

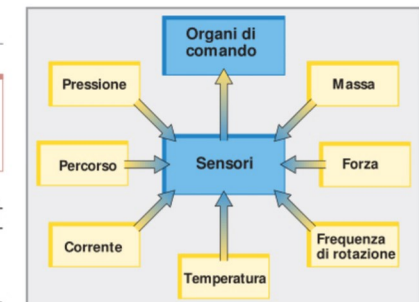


Figura 2: Segnali d'entrata dei valori fisici

Esempio: il regime di rotazione di un trapano elettrico è controllato con l'aiuto di un commutatore a regolazione progressiva. Il regime di rotazione si mantiene in forma costante secondo la posizione del commutatore. Tra zero e il regime massimo, c'è un numero infinito di valori intermedi (analogico).

Segnali binari (fig. 1). Sono utilizzati unicamente quando due stati del segnale possono essere accettati e trasferiti, per esempio **ACCESO** e **SPENTO** oppure **0** e **1**.

Esempio: una modifica del regime di rotazione è segnalata da due valori, per esempio la velocità ≤ 400 giri/min (stato 0) o velocità > 400 giri/min (stato 1).

Segnali digitali (fig. 1). Essi rappresentano una forma particolare di segnali binari. Così, diversi valori intermedi dei segnali analogici sono accettati e trasferiti.

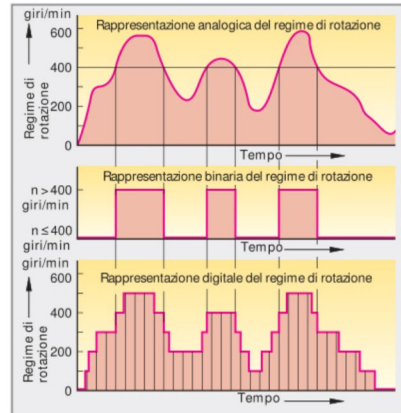


Figura 1: Tipi di segnali

Esempio: una modifica del regime di rotazione è indicata in livelli definiti, per esempio ogni 100 giri/min.

Il segnale a rapporto ciclico (fig. 2). Si tratta di segnali di tensione sincronizzati con una frequenza costante e una tensione di comando uniforme. Gli impulsi hanno delle durate di chiusura differenti. Sono utilizzati per la regolazione progressiva delle elettrovalvole a sezione variabile.

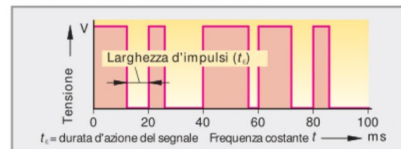


Figura 2: Segnale a rapporto ciclico

Conversione dei segnali

Spesso i valori misurati dai sensori devono essere trasformati secondo delle forme di segnali definiti, per essere trattati da apparecchi di comando.

I convertitori analogico-digitali trasformano i segnali analogici in segnali digitali.

Esempio: il segnale della temperatura, rilevato in modo analogico da una resistenza di temperatura NTC, viene trasformato da un convertitore analogico-digitale in segnale digitale (fig. 3).

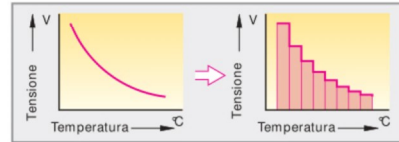


Figura 3: Trasformazione analogico-digitale di un segnale di temperatura NTC

I formatori d'impulsi (IF) producono, a partire da segnali d'entrata di forma qualunque, dei segnali rettangolari.

Esempio: il segnale di un generatore induttivo analogico generato da una bobina viene trasformato in un segnale rettangolare da un formatore d'impulsi per il comando del punto d'accensione (fig. 4).

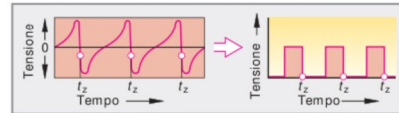


Figura 4: Formatore d'impulsi: trasformazione di un segnale proveniente da un generatore induttivo in un segnale rettangolare

I sensori

Gli interruttori a tasti e a bilanciere appartengono ai sensori per contatto.

Gli interruttori a pulsante danno un segnale solamente quando sono attivati. Dopo ritornano in posizione di riposo grazie alla forza di una molla.

Gli interruttori s'innestano dopo un azionamento e restano nella loro posizione. Dopo un nuovo azionamento, si trovano in posizione iniziale o in un'altra posizione. Gli interruttori elettrici che chiudono il contatto di un circuito durante il loro azionamento sono chiamati contatti di lavoro; gli interruttori che aprono il contatto di un circuito durante il loro azionamento si chiamano contatti di riposo (fig. 5).

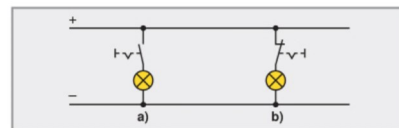


Figura 5: Simboli: a) contatto di lavoro b) contatto di riposo

Le **valvole di direzione** vengono spesso utilizzate come interruttori nei comandi pneumatici e idraulici (fig. 1).

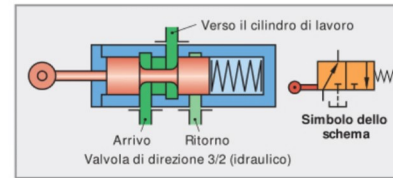


Figura 1: Rilevatore di posizione

I rilevatori che lavorano senza contatto non hanno bisogno di un'azione esterna sull'interruttore, ma reagiscono automaticamente.

Per esempio, un fotoreistore (fig. 2) reagisce con una resistenza variabile secondo l'incidenza della luce e può essere utilizzato per il comando di una luce (LDR).



Figura 2: Fotoreistore (LDR) per la regolazione della luce

I **rilevatori della temperatura** (fig. 3) vengono utilizzati per misurare la temperatura dell'acqua di raffreddamento. Se viene utilizzata una resistenza NTC, il valore di resistenza diminuirà con l'aumento della temperatura. La modifica della caduta di tensione rappresenta la misura per la variazione di temperatura.

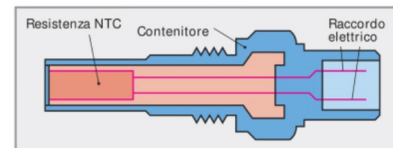


Figura 3: Rilevatori della temperatura

I **rilevatori induttivi per il regime di rotazione** (fig. 4) vengono utilizzati per rilevare il regime di rotazione del motore. Sono composti da una calamita permanente e una bobina avvolta su di un nucleo in ferro dolce.

Come generatore d'impulsi, si utilizza una corona dentata sul volano, di cui deve essere misurato il regime di rotazione.

Durante la rotazione del volano, ogni dente causa un cambiamento del campo magnetico, che genera ogni volta una tensione d'induzione nella bobina.

Il numero d'impulsi per unità di tempo rappresenta la misura del regime di rotazione del volano.

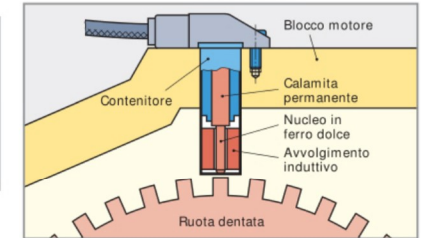


Figura 4: Rilevatore del regime di rotazione

5.2.2 Gli elementi di comando

Gli elementi di comando accettano i segnali dei sensori, li trasformano e li trasmettono agli attuatori sotto forma di ordini di comando (fig. 5).

La **trasformazione dei segnali** sarà necessaria se questi non possono essere trasmessi nella loro grandezza fisica originale. Nei comandi elettropneumatici, il segnale d'entrata elettrico di un distributore viene trasformato in un segnale d'uscita pneumatico.

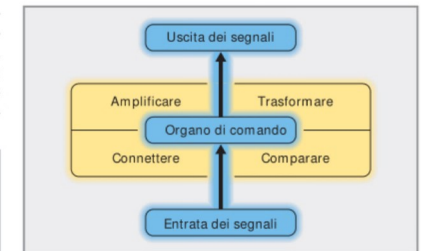


Figura 5: Trattamento dei segnali negli elementi di comando

Amplificare

Spesso i segnali d'entrata sono troppo deboli o non sono appropriati per dare degli ordini di comando all'attuatore. I segnali devono allora essere amplificati all'interno del sistema.

L'amplificazione può essere realizzata con l'aiuto di un relè.

Una piccola corrente di comando permette ai contatti, mediante la bobina dell'elettrocalamita, di chiudersi facendo passare una grande corrente di lavoro. In seguito, la corrente di lavoro può comandare una lampadina (fig. 1, pag. 88).

Al posto di un relè si può utilizzare anche un transistor. In questo caso, una piccola corrente di base (I_B) comanda una corrente di lavoro elevata (I_C).

In gergo tecnico, questi organi di comando sono chiamati spesso amplificatori.

L'**accensione logica di segnali** è necessaria quando un segnale d'uscita deve essere formato a partire da più segnali d'entrata.

Nel sistema d'iniezione di benzina comandato elettronicamente, i segnali si rapportano al carico del motore, alla temperatura del motore, alla temperatura dell'aria aspirata e al regime di rotazione del motore; le informazioni rilevate vengono trasmesse all'unità di comando.

L'apparecchio di comando genera, a partire da questi segnali, gli ordini di comando per la quantità di carburante necessaria all'iniezione.

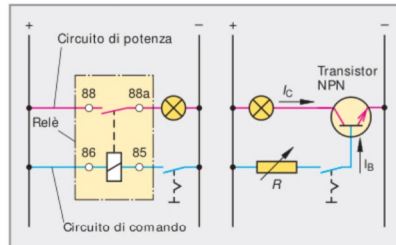


Figura 1: Relè e transistor come amplificatori di segnali

Nelle regolazioni pneumatiche e idrauliche, le valvole a due vie (porta logica OR, fig. 2) e le valvole a due pressioni (porta logica AND, fig. 2), vengono spesso utilizzate.

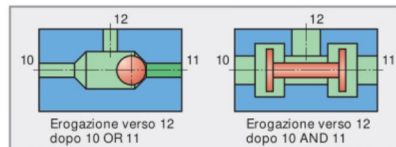


Figura 2: Distributore a due vie e valvole a due pressioni

5.2.3 Attuatori e organi di comando

L'attuatore è l'ultimo elemento del dispositivo di comando. Riceve l'ordine dall'elemento di comando e interviene sul punto di regolazione del processo da comandare.

Dopo l'intervento dell'attuatore, la grandezza imposta deve essere modificata nella maniera prevista al termine del processo di comando.

Come attuatori, si utilizzano delle valvole, delle valvole a farfalla, dei motori elettrici, dei relè o dei tiri-

stori. Per gestire grandi flussi di energia, il dispositivo di comando è suddiviso in due parti: un circuito di controllo e un circuito di potenza (fig. 3).

Il funzionamento degli attuatori all'interno del circuito di controllo richiede un limitato apporto di energia, mentre la gran parte dell'energia è impiegata dal circuito di potenza sull'organo di comando; è necessaria, infatti, per intervenire sul sistema comandato.

Per i comandi elettropneumatici, si utilizzano spesso dei distributori, attivati dall'elettrocalamita come attuatori. Essi comandano dei martinetti di lavoro, organi di comando per intervenire nel sistema di comando.

Gli organi di comando utilizzati sono molto spesso dei motori elettrici, dei motori pneumatici idraulici e dei martinetti.

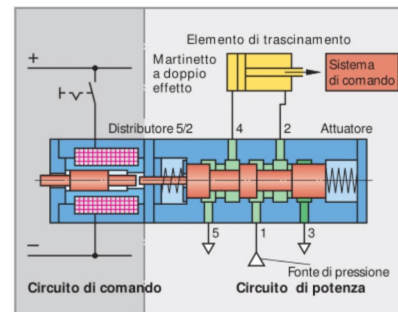


Figura 3: Attuatore con elemento di trascinamento

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Come si distingue il comando da un servocontrollo?
- 2 Quali sono gli insiemi principali che costituiscono una catena di comando?
- 3 Quali sono le funzioni degli organi di comando?
- 4 Quali sono le funzioni degli attuatori?
- 5 Quali sono gli elementi che fanno parte del dispositivo di comando?
- 6 Quali sono le funzioni dei sensori?
- 7 Cosa s'intende per principio IEO?
- 8 Cosa significano in un comando i termini "valori di riferimento", "valori di comando", "valori di regolazione" e "valori di servocontrollo"?
- 9 Quali tipi di segnali si distinguono?

5.3 Tipi di comando

5.3.1 Comandi meccanici

Per questi comandi, la trasmissione della forza o del segnale è realizzata con elementi meccanici.

In un'automobile esistono degli esempi caratteristici di comandi puramente meccanici, come lo sterzo (senza la direzione assistita), il cambio manuale e il comando delle valvole.

Il **riempimento dei cilindri mediante valvole** (figg. 1 e 3) induce l'entrata e l'uscita della miscela aria-carburante.

Il valore d'uscita, cioè il valore di servocontrollo x , è l'entrata dei gas freschi e l'uscita dei gas bruciati. L'albero a camme, i bilancieri e le molle delle valvole compongono l'equipaggiamento di comando. La valvola è il processo di comando, perché l'apertura della stessa produce lo scambio di gas.

Il **valore di guida w** viene rappresentato dalla rotazione dell'albero a camme, che è trascinato dall'albero a gomiti. Il **valore di regolazione y** è rappresentato dall'ampiezza d'elevazione della valvola, effettuata dal bilanciere, e la chiusura delle valvole, effettuata dalle molle delle valvole.

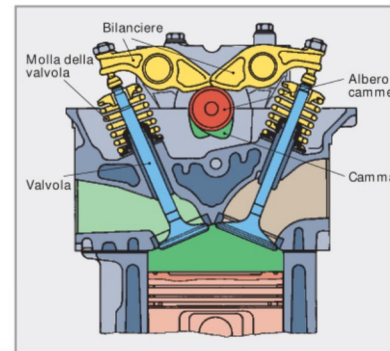


Figura 1: Comando delle valvole

I **valori perturbatori z** di questo comando sono: la dilatazione termica degli elementi, il gioco meccanico tra gli elementi e l'inerzia di massa.

La **direzione del veicolo** (figg. 2 e 3), mediante la quale i cambiamenti di direzione della vettura sono resi possibili, è determinata dalla volontà del conducente.

Il **valore d'uscita, cioè il valore di servocontrollo x** è concretizzato dal movimento o dall'angolazione delle ruote. Il volante, la colonna dello sterzo, il meccanismo di direzione, la barra d'accoppiamento e la

leva d'accoppiamento formano l'equipaggiamento di comando, in quanto un cambiamento di direzione della vettura è generato dal loro movimento di rotazione.

Il **valore di guida w** è rappresentato dalla rotazione del volante da parte del conducente. Il movimento rotatorio viene trasferito meccanicamente all'organo di comando dalla colonna di direzione, per esempio il meccanismo di direzione a cremagliera (fig. 2). Il movimento rotatorio viene trasformato in un movimento rettilineo. La cremagliera trasmette il movimento di direzione attraverso la barra di accoppiamento e le leve d'accoppiamento. I valori perturbatori z che agiscono sulla direzione sono delle forze esterne.

Svantaggi dei comandi meccanici. La trasmissione di grandi corse risulta molto complessa.

Le componenti sono sottoposte a un'usura più marcata rispetto gli altri comandi. Per queste ragioni, si tende sempre più a rimpiazzarle con comandi pneumatici, idraulici, elettrici, elettropneumatici ed elettroidraulici.

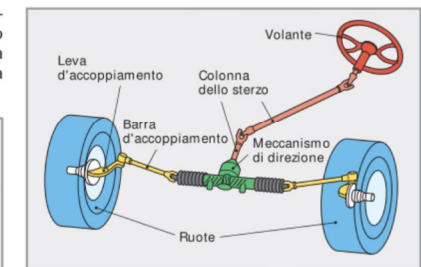


Figura 2: Direzione del veicolo

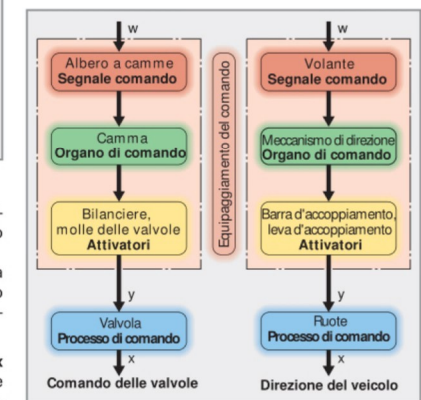


Figura 3: Flusso di segnali

5.3.2 Comandi pneumatici e idraulici

Comandi pneumatici. La trasmissione della forza in queste installazioni è effettuata tramite il gas, generalmente con aria compressa, raramente con depressione.

Comandi idraulici. Un fluido idraulico viene utilizzato per il trasferimento dell'energia.

Il vantaggio di questi due vettori energetici risiede nel fatto che le forze possono essere trasferite su grandi distanze con relativamente poche perdite causate dall'effetto di frizione. Inoltre, un'amplificazione delle forze è possibile mediante un metodo semplice. Nella **tab. 1**, tutti i vantaggi e gli svantaggi dell'aria compressa sono elencati in una lista e comparati con i fluidi idraulici. Spesso le funzioni sono pilotate elettricamente su distributori pneumatici o idraulici. In questo modo, è possibile, con l'aiuto di un po' d'energia elettrica, apportare delle grandi energie per il comando degli elementi corrispondenti, per esempio delle frizioni o dei martinetti. A questi comandi combinati viene dato il nome di "comandi elettropneumatici" o "comandi elettroidraulici".

Applicazione nel veicolo. I comandi pneumatici, che lavorano con aria compressa, vengono spesso utilizzati nei veicoli pesanti, come nel sistema dei freni a comando pneumatico, nella sospensione pneumatica, nel sistema d'apertura e chiusura delle porte. I comandi pneumatici che lavorano mediante depressione sono utilizzati per il servofreno, i sistemi di chiusura centralizzata delle porte. Sui motori a benzina, si utilizza la depressione del collettore d'ammissione, mentre per i motori Diesel si usa una pompa pneumatica.

Nelle vetture, i comandi idraulici trovano le seguenti applicazioni: per i sistemi dei freni, gli ammortizzatori

Tabella 1: Vantaggi e svantaggi dei vettori energetici per i comandi

	Aria compressa	Fluido idraulico
Vantaggi	Comprimibile e di conseguenza facile da accumulare. Struttura semplice degli apparecchi e delle installazioni. Grande velocità dei martinetti e grande velocità di rotazione dei motori. Non sono necessari condotti di ritorno.	Non comprimibile. Pressioni e forze elevate, possibili su piccole superfici. Possibile attivazione da fermo con il massimo della pressione. Movimento omogeneo dei cilindri.
Svantaggi	Solo delle pressioni relativamente piccole. Velocità dipendente dalla pressione. Produzione di rumore mediante l'aria di scarico (evacuazione).	L'olio che viene scaricato è inquinante. Condotti di ritorno indispensabili. Costruzione più ingombrante.

ri, la direzione assistita, il bloccaggio dei differenziali, i comandi delle valvole (punteria idraulica), i cambi automatici.

Generazione d'energia

La generazione di pressione nelle installazioni pneumatiche. Un compressore collegato ad un serbatoio d'aria compressa con un limitatore di pressione produce la pressione del sistema. Secondo l'esempio del compressore d'officina, viene in seguito spiegata la struttura del **sistema completo di un'alimentazione dell'aria compressa** (fig. 1). L'installazione è composta da un filtro, un compressore, un serbatoio d'aria compressa e da un'unità di manutenzione. Un compressore a pistone aspira l'aria attraverso un filtro, la comprime e la immette in un serbatoio d'aria compressa. Dopo aver raggiunto la pressione di lavoro più elevata, per esempio 10 bar, il motore del compressore si disattiva. Quando la pressione si abbassa fino al punto di attivazione, in conseguenza ad un consumo d'aria, il motore si attiva nuovamente. Un manometro sul serbatoio d'aria compressa indica la pressione del contenuto. La valvola di limitazione di pressione impedisce che la pressione salga troppo nel circuito. L'acqua di condensazione che si forma viene eliminata con una valvola di spurgo. Un'unità di manutenzione è montata sul serbatoio d'aria compressa. È composta da un filtro e da una valvola regolatrice di pressione con un manometro. A valle, si può utilizzare dell'aria non lubrificata, per esempio per gonfiare degli pneumatici o spruzzare lacca. Per l'utilizzo d'utensili ad aria compressa, l'aria è condotta attraverso un lubrificatore.

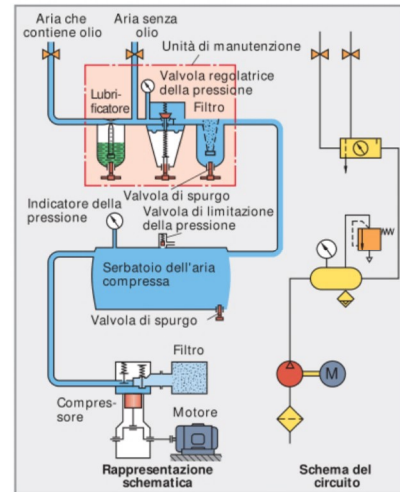


Figura 1: Sistema d'alimentazione dell'aria compressa (compressore d'officina)

Generazione di pressione nei comandi idraulici (fig. 1). Si utilizza spesso come pompa idraulica una pompa a ingranaggi trascinata da un motore. Essa aspira il fluido idraulico a partire da un serbatoio e lo immette nel condotto. Per sicurezza, una valvola di limitazione della pressione è montata a valle del compressore idraulico. Se una pressione massima predefinita viene superata, la valvola si apre, e il fluido idraulico scorre nel condotto di ritorno verso il serbatoio. Ogni utilizzatore ha anche una condotta di ritorno che permette al fluido idraulico di raggiungere nuovamente il serbatoio.

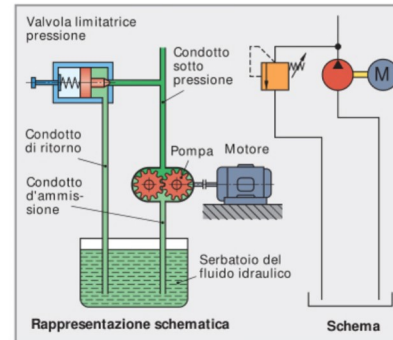


Figura 1: Installazione idraulica

Elementi di lavoro

Gli elementi di lavoro dei comandi pneumatici ed idraulici sono simili per struttura e funzione. Gli elementi idraulici, tuttavia, sono costruiti in maniera più solida degli elementi pneumatici, a causa delle pressioni più elevate. Negli schemi dei componenti idraulici e pneumatici, si utilizzano gli stessi simboli standardizzati internazionali per i due tipi.

I **martinetti** (fig. 2) servono alla trasformazione dell'energia pneumatica o idraulica in energia meccanica. Scorrono con movimenti rettilinei.

Per il martinetto ad effetto semplice, con un raccordo, il pistone viene spostato in una sola direzione mediante l'alimentazione con aria compressa o fluido idraulico. Il ritorno nella posizione di riposo avviene con una molla. Il martinetto a doppio effetto possiede due raccordi, mediante i quali il pistone può essere azionato in due direzioni con il fluido utilizzato.

I motori trasformano l'energia, accumulata sotto forma di aria compressa o di fluido idraulico, con un movimento rotatorio.

I motori pneumatici o idraulici sono costruiti sotto forma di motori a lamelle, motori a palette, motori a pistoni o motori ad ingranaggio.

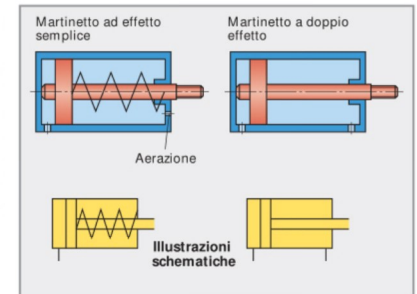


Figura 2: Martinetti pneumatici e idraulici

Attuatori, sensori e organi di comando

Distributori (fig. 3)

Con i distributori si possono comandare l'apertura, la chiusura e la direzione delle vie di erogazione.

Ogni posizione di comando è rappresentata simbolicamente da un quadrato. I raccordi sono collegati al quadrato che si trova in posizione attiva. Le vie di erogazione e le loro direzioni sono rappresentate da linee con delle frecce. Uno stato di bloccaggio è rappresentato con una "T". Le posizioni di attivazione sono contrassegnate da lettere minuscole, per esempio a, b, la posizione di riposo dallo 0 (zero).

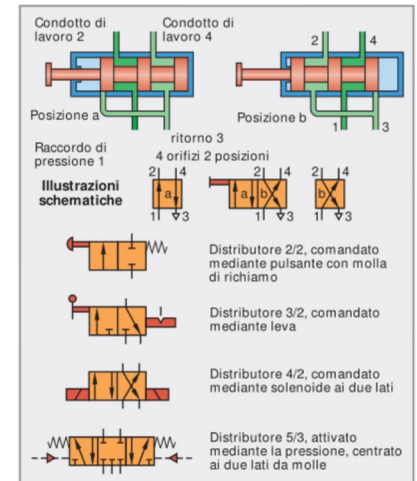


Figura 3: Rappresentazione e schema dei distributori

La denominazione dei distributori è realizzata con due cifre, combinate tra loro con un trattino obliquo. La prima cifra indica il numero di raccordi e la seconda indica il numero di posizioni d'accesso, per esempio un distributore 4/3 (fig. 1) ha 4 raccordi e 3 posizioni d'accesso.

Distributore 4/3			
4 Raccordi		3 Posizioni	
Designazione dei raccordi	Nuovo	Vecchio	
Raccordo entrata pressione	1	P	
Raccordo prima linea di lavoro	2	A	
Spurgo, riflusso	3	R	
Raccordo seconda linea di lavoro	4	B	

Posizioni di comando. In posizione a viene collegato 1 con 2 e 4 con 3. In posizione b sono collegati 1 con 4 e 2 con 3. Questo viene indicato con l'aiuto di frecce. Nella posizione zero, i raccordi sono chiusi.

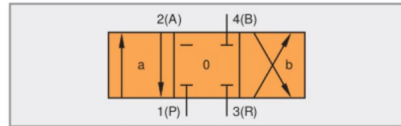


Figura 1: Distributore 4/3

Modi di pilotaggio dei distributori (fig. 2). I distributori possono essere attivati manualmente, con il piede, meccanicamente, elettricamente, mediante pressione pneumatica o idraulica. Il modo d'attivazione è rappresentato da un simbolo corrispondente, aggiunto orizzontalmente al quadrato.

Manualmente, con il piede	Meccanico
generale	con pulsante
mediante bottone	con molla
con pedale	
	Mediante pressione
	diretto
	indiretto mediante distributore pilota
Elettrico	
mediante elettrocalamita	

Figura 2: Modi di pilotaggio dei distributori

Valvole d'arresto

Le valvole d'arresto impediscono il passaggio di aria compressa o fluido idraulico in una direzione oppure, a seconda del caso, in una delle due direzioni.

Le **valvole anti-ritorno (fig. 3)** hanno una direzione di mandata ed una direzione di bloccaggio, così lasciando circolare l'aria compressa ed il fluido idraulico in

una sola direzione.

Le **valvole a due vie (fig. 4)** hanno due entrate (10, 11) e un'uscita (12). L'uscita 12 sarà sotto pressione, se 10 o 11 o entrambe sono sotto pressione.

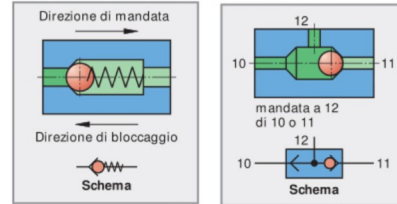


Figura 3: Valvola anti-ritorno

Figura 4: Valvola a due vie

Le **valvole a due pressioni (fig. 5)** hanno, come le valvole a due vie, due entrate (10, 11) ed un'uscita (12). In questo caso, l'uscita sarà sotto pressione solo se entrambe le entrate sono sotto pressione.

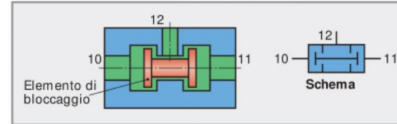


Figura 5: Valvola a due pressioni

Valvole di flusso

Mediante valvole di flusso si può limitare o regolare il flusso del fluido sotto pressione.

Riduttori di mandata (fig. 6). Si utilizzano dei riduttori di mandata con una strozzatura fissa o variabile. Con un riduttore d'erogazione si può diminuire o modificare la velocità del movimento, per esempio di un cilindro ad effetto semplice.

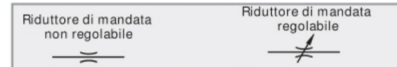


Figura 6: Riduttori di mandata

Le **valvole di strozzamento anti-ritorno (fig. 7)** hanno un'erogazione libera in una direzione. Nel senso inverso, l'erogazione è strozzata. La strozzatura è regolabile.

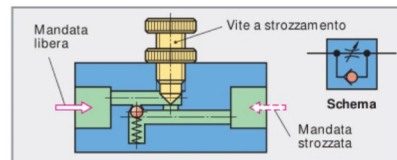


Figura 7: Valvola di strozzamento anti-ritorno

Valvole di pressione

Servono per limitare la pressione, per connettere o disconnettere i processi e per tener costante la pressione di lavoro.

Valvola limitatrice di pressione (fig. 1). Ha il compito di proteggere, da pressioni più alte di quella ammissibile, tubazioni, elementi costruttivi e serbatoi in sistemi di frenata a pressione d'aria. Qualora la pressione della tubazione P oltrepassi un valore prestabilito, la forza di apertura della valvola a cono è superiore alla forza di chiusura della molla precompressa. La valvola si apre e la pressione dell'impianto idraulico può defluire al serbatoio. Per quanto concerne gli impianti pneumatici, la pressione si scarica all'aperto, tramite un silenziatore. La freccia nel simbolo indica che a partire da una determinata pressione viene a crearsi una connessione nella tubazione tra P e T.

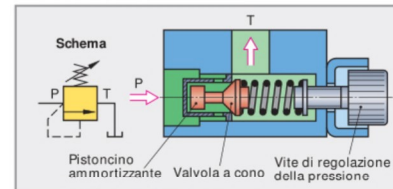


Figura 1: Valvola limitatrice di pressione

Valvola limitatrice di pressione preimpostata (fig. 2). Per regolazioni di grandi volumi di flusso vengono impiegate valvole limitatrici di pressione preimpostate. La pressione massima viene impostata sulla valvola a cono della valvola di precomando. Quando la pressione massima viene oltrepassata, la valvola a cono si apre. Per mezzo della strozzatura nella valvola principale si forma una differenza di pressione tra la parte superiore e quella inferiore del pistoncino per cui il medesimo viene spinto contro la forza della molla verso l'alto: il flusso viene così indirizzato da P a T.

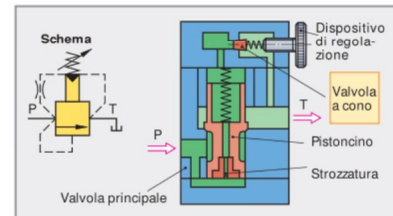


Figura 2: Valvola limitatrice di pressione preimpostata

Le **valvole limitatrici di pressione** nella posizione iniziale sono chiuse; si aprono solo quando viene superata una determinata pressione preimpostata.

Valvole regolatrici di pressione (valvole di riduzione della pressione). Nella posizione iniziale sono aperte e fanno in modo che la pressione iniziale rimanga costante anche in caso di aumento della pressione d'entrata.

Sono utilizzate per permettere cambiamenti di marcia morbidi oppure per ridurre di un determinato valore la pressione di lavoro in sistemi di frenature mediante pressione d'aria nei rimorchi.

Valvola regolatrice di pressione con apertura di scarico (fig. 3). In questo tipo di valvola la pressione nella tubazione A viene tenuta costante. Il fluido idraulico proveniente da P viene frenato da uno spiraglio circolare, in questo modo la pressione nella tubazione A è minore di quella nella tubazione P. Se la pressione nella tubazione A diminuisce viene a ridursi la forza agente sulla parte inferiore del pistoncino idraulico attraverso il collegamento di modulazione. La forza della molla spinge il pistoncino verso sinistra così che lo spiraglio circolare aumenta. Se la pressione nella tubazione A aumenta, lo spiraglio di conseguenza diminuisce e compensa l'aumento di pressione. Se la pressione in A aumentasse così tanto da chiudere lo spiraglio, verrebbe ad aprirsi l'apertura di scarico T. In questa modalità l'aumento di pressione al raccordo di uscita A viene limitato a un valore massimo.

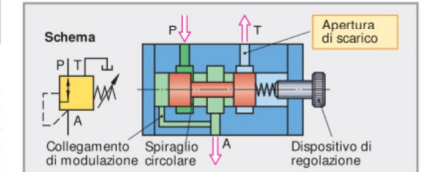


Figura 3: Valvola regolatrice di pressione con apertura di scarico

Valvole regolatrici di pressione elettrica (valvole di regolazione magnetica). In questo tipo di valvola, la pressione al raccordo di utilizzo viene comandata in modo proporzionale alla corrente di eccitazione della bobina. In funzione dell'intensità di corrente prodotta dalla bobina lo spiraglio viene aperto verso l'apertura di scarico. A corrente nulla lo spiraglio rimane chiuso e la pressione in A è più alta. Se l'intensità di corrente aumenta, il pistoncino viene attratto con più forza contro la resistenza della molla, lo spiraglio verso T aumenta e, di conseguenza, diminuisce la pressione al raccordo di utilizzo A.

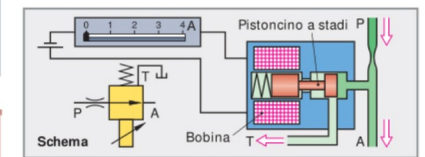


Figura 4: Elettrovalvola regolatrice di pressione elettrica

Circuiti di base

I circuiti pneumatici ed idraulici sono rappresentati da schemi secondo la loro struttura ed il loro funzionamento.

La realizzazione di uno schema è regolamentata come segue:

- gli elementi sono disposti dal basso verso l'alto, seguendo il flusso dei segnali;
- i simboli sono disegnati orizzontalmente;
- i distributori sono rappresentati in posizione di riposo;
- le condotte di lavoro sono rappresentate come un tratto continuo e le condotte di comando da una linea interrotta;
- per semplificare, la fonte d'energia è rappresentata da un triangolo;
- gli elementi sono rappresentati con il numero di circuito, con una lettera di identificazione per elementi di costruzione e con numeri in serie degli elementi di costruzione, per esempio 1V2;
- lettere di identificazione degli elementi:

- P** Pompe e compressori
- S** Ricettori di segnali
- V** Valvole
- A** Propulsorii
- M** Propulsorii a motore
- Z** Ogni altro elemento costruttivo

- le indicazioni sono da corredare con un riquadro;
- gli elementi di alimentazione cominciano, preferibilmente, con l'indice 0.

Comando diretto di un martinetto

Martinetto ad effetto semplice (fig. 1a). Lo stelo del pistone del martinetto uscirà se il distributore 2/3, attivato da un pulsante, si sposta in posizione a. Il martinetto ad effetto semplice è alimentato con aria compressa dai raccordi 1 e 2 del distributore. Quando la forza di pilotaggio del distributore sparisce, la molla spinge il distributore nuovamente nella posizione di partenza b.

L'alimentazione con aria compressa sul cilindro viene interrotta. La molla di richiamo del cilindro spinge il pistone nuovamente indietro e l'aria imprigionata fuoriesce dall'uscita d'aria 3 del distributore. Il distributore 3/2 funziona, in questo caso, come un generatore di segnale e come un attuttore.

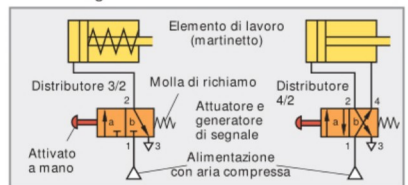


Figura 1: a) Martinetto a effetto semplice b) Martinetto a doppio effetto

Martinetto a doppio effetto (fig. 1b). Il martinetto è collegato mediante i suoi due condotti al distributore 4/2, che qui funziona come un attuttore e come generatore di segnale. Nella posizione b del distributore, l'aria compressa circola verso il martinetto dai raccordi 1 e 4, e quindi il pistone rientra.

Dall'altra parte del pistone, l'aria fuoriesce liberamente attraverso 2 e 3. Se il distributore viene portato in posizione a mediante il pulsante, l'aria compressa viene diretta attraverso i raccordi 1 e 2 sul lato sinistro del pistone e genera così l'uscita del pistone. L'aria fuoriesce dal lato dello stelo del pistone verso l'esterno attraverso i raccordi 4 e 3.

Comando indiretto di un martinetto (fig. 2).

Si utilizza, come attuttore per il martinetto 1A, il distributore 4/2 1V. Due distributori 3/2, comandati mediante i pulsanti 1S1 e 1S2, funzionano come elementi segnaletici e comandano l'attuttore 1V. Se il distributore di segnale 1S1 viene attivato brevemente, il distributore 1V riceve un impulso di pressione (un segnale) e si muove nella posizione a. Il pistone esce. Questa posizione verrà mantenuta, anche se il distributore di segnale 1S1 non è più attivato. Solo quando viene inviato un segnale dal distributore 1S2, l'attuttore 1V ritorna nella sua posizione di partenza ed il pistone rientra. Il distributore 4/2 1V funziona come memorizzazione del segnale.

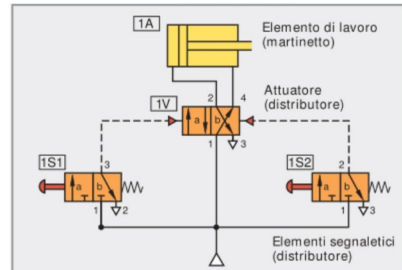


Figura 2: Comando indiretto di un martinetto a doppio effetto

Circuiti combinatori (fig. 3). Mediante la combinazione logica di diversi distributori, è possibile realizzare dei circuiti idraulici e pneumatici come, per esempio, un circuito AND ed un circuito OR.

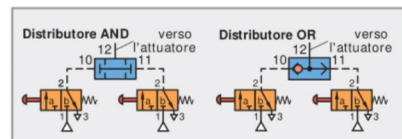


Figura 3: Circuiti AND e OR

5.3.3 Comandi elettrici

Per realizzare questi comandi, si utilizzano la tensione e la corrente elettrica.

I comandi elettrici si realizzano in maniera sicura e semplice con basse tensioni. Essi possono percorrere senza problemi delle grandi distanze. Lo svantaggio risiede nel fatto che le forze che possono essere prodotte sono relativamente deboli. Per questa ragione si utilizzano degli elementi di comando idraulici o pneumatici comandati elettricamente.

Elementi elettrici

Gli elementi elettrici sono, per esempio, gli interruttori, i pulsanti, i relè, i contattori elettromagnetici. Sono rappresentati da simboli standardizzati ed identificati da lettere standardizzate.

Gli **interruttori** vengono chiamati anche contattori, ruttori, inversori, secondo il loro comportamento quando vengono attivati (fig. 1). Essi mantengono le loro posizioni senza essere attivati nuovamente, mentre i pulsanti ritrovano la loro posizione d'origine dopo essere stati attivati e rilasciati.

I **relè** sono degli interruttori che vengono attivati in modo elettromagnetico (fig. 2). L'interruttore, posizionato nel circuito della corrente di lavoro, viene attivato mediante un'elettrocalamita del circuito di comando. Con una potenza più elevata, per esempio più di 1 kW, si parla di contattori elettromagnetici.

	Contattore
	Interruttore
	Inversore
	Pulsante attivato mediante pressione
	Pulsante attivato manualmente

Figura 1: Simboli di contattori, d'interruttori

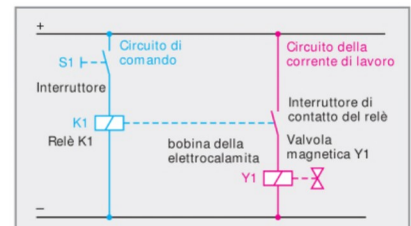


Figura 2: Relè

Rappresentazione dei comandi elettrici

I comandi elettrici sono rappresentati in maniera esplicita negli schemi di connessioni.

Tra il conduttore positivo (L+) ed il conduttore negativo (L-), il percorso della corrente è disegnato verticalmente per ogni elemento. Gli elementi sono identificati da lettere, per esempio K, S, Y. Se ci sono più elementi simili, le loro lettere saranno accompagnate da cifre diverse, per esempio S1, S2.

I circuiti elettrici di base

Comando diretto, tipo una luce di segnalazione. Essa funziona con un contattore (fig. 3). La luce di segnalazione H è in serie con il contattore S.

Comando indiretto (fig. 4). Il contattore viene rimpiazzato da un relè K. La luce di segnalazione H è connessa con il circuito della corrente di lavoro.



Figura 3: Circuito con comando diretto

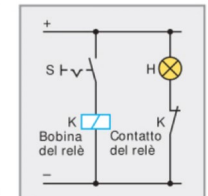


Figura 4: Circuito con comando indiretto

Circuito a mantenimento automatico (fig. 5). Viene utilizzato per memorizzare, per esempio, un segnale breve di un pulsante.

Con il pulsante S1, il circuito di comando del relè K1 viene chiuso. Il relè mantiene il circuito di comando chiuso per contatto del contattore K1, che è accoppiato in parallelo con il pulsante S1. Così, il segnale resta memorizzato.

Il pulsante S2, connesso prima del pulsante S1 ed del contattore K1, permette l'interruzione del mantenimento.

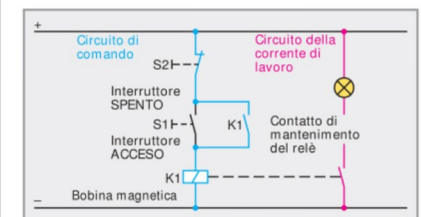


Figura 5: Circuito a mantenimento automatico

Comandi elettropneumatici

I comandi elettropneumatici sono composti da una parte di comando elettrico e da una parte di lavoro pneumatico. I segnali di comando sono trasmessi e trasformati dal circuito di comando. Con l'aiuto di segnali elettrici, un distributore viene comandato come attuatore per la parte di lavoro pneumatico. Questo attuatore comanda il martinetto di lavoro. Nel comando elettropneumatico, lo schema del circuito elettrico e lo schema dei componenti pneumatici sono disegnati separatamente.

In questo modo, si ottiene una migliore visione d'insieme (fig. 1).

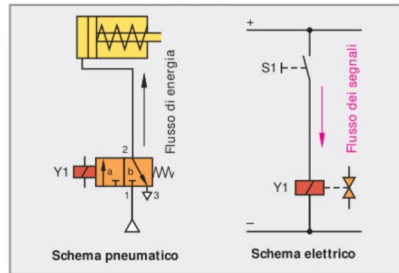


Figura 1: Circuito elettropneumatico

Comando di un martinetto ad doppio effetto

Un martinetto ad effetto pneumatico doppio può essere comandato, per esempio, da un distributore 4/2. Il distributore 4/2 deve essere equipaggiato di due elettrocalamite Y1 e Y2 o di un'elettrocalamita Y1 e di una molla di richiamo.

Distributore 4/2 con due elettrocalamite

Il distributore 4/2 con due elettrocalamite (fig. 2) funziona come un distributore ad impulso, esso commuta da una posizione all'altra mediante un impulso fornito da un pulsante.

Se il pulsante S1 viene attivato brevemente, l'elettrocalamita Y1 sposta il distributore nella posizione a e

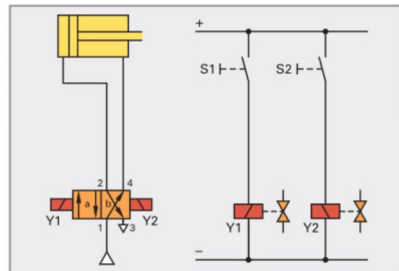


Figura 2: Distributore 4/2 con due elettrocalamite

fa uscire il pistone del martinetto. Quando si ha un impulso dal pulsante S2, l'elettrocalamita Y2 viene alimentata. Questa comanda il ritorno del distributore nella posizione b. Il pistone del martinetto rientra. Quanto al distributore 4/2, esso si occupa della memorizzazione del segnale. In questo modo, il circuito elettrico complementare non è necessario.

Distributore 4/2 con meccanismo di richiamo automatico

Siccome il distributore 4/2 non può memorizzare il segnale "ACCESO", si utilizza un relè con un circuito ad automantenimento (fig. 3). Grazie al circuito di automantenimento, il flusso di corrente è mantenuto nell'elettrocalamita Y1 mediante l'interruttore K1.

L'elettrovalvola resta in posizione a e il segnale viene memorizzato fino a quando il pulsante S2 è azionato. Il circuito di comando del relè K1 è così interrotto e il circuito di lavoro dell'elettrocalamita Y1 viene anch'esso interrotto.

La molla può spingere nuovamente il distributore verso la sua posizione di partenza b.

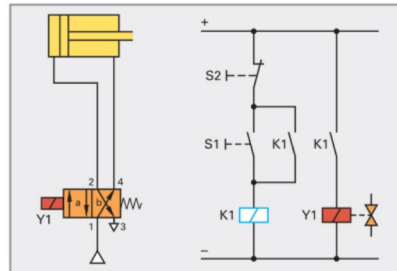


Figura 3: Distributore 4/2 con una molla di richiamo

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Quali sono i vettori energetici utilizzati come comando?
- 2 Quali sono i vantaggi e gli svantaggi dell'aria compressa come vettore energetico?
- 3 Come si distinguono gli elementi di lavoro pneumatici ed idraulici?
- 4 Com'è concepito un sistema di alimentazione con aria compressa (compressore d'officina)?
- 5 Elencate gli elementi di un comando pneumatico.
- 6 Spiegate come funziona un distributore 4/2.
- 7 Quali sono le funzioni delle valvole?
- 8 Come vengono rappresentati i circuiti elettrici per ottenere una buona panoramica?
- 9 Che cosa s'intende per relè?
- 10 Che cos'è un comando elettroidraulico?

5.3.4 Comando logico

Nei comandi logici, due o più segnali d'entrata sono combinati gli uni con gli altri. In tal modo vengono generati i segnali d'uscita.

Le tre funzioni di base dei comandi logici sono:

- funzione AND;
- funzione OR;
- funzione NOT.

Queste funzioni di base sono rappresentate da simboli standardizzati. Per riconoscere lo svolgimento della funzione di un comando logico e controllarla, si utilizza una tavola della verità (tab. 1 in fig. 1).

La tavola della verità comprende, per esempio, due segnali d'entrata binari con due stati di commutazione 2² = 4 linee e per tre segnali d'entrata binari con due stati di commutazione 2³ = 8 linee. Per gli stati di commutazione, si utilizzano i valori binari 0 e 1 (0 = assenza di segnale, 1 = presenza di segnale).

Funzione AND

Nel caso della funzione AND, un segnale d'uscita è presente solo se tutte le entrate trasmettono un segnale.

In un impianto elettrico, si può prendere ad esempio un circuito di fari fendinebbia di una vettura. L'interruttore dei fari S1 (contattore) viene connesso in serie con l'interruttore dei fari fendinebbia S2 e i fari fendinebbia E1 ed E2.

I fari fendinebbia E1 ed E2 si accendono solo nel caso in cui i due interruttori S1 e S2 sono chiusi (fig. 1).

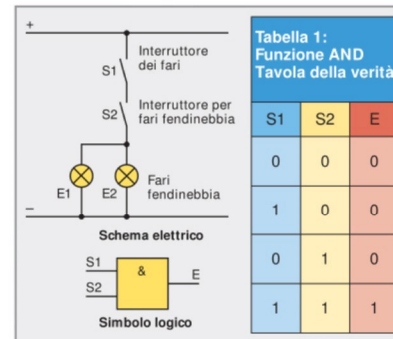


Figura 1: Funzione AND, schema elettrico e simbolo logico del circuito dei fari fendinebbia di una vettura

Funzione OR

Nel caso della funzione OR, un segnale d'uscita è presente se almeno uno (dunque anche diversi o tutti i segnali d'entrata) trasmette un segnale (tab. 2 in

fig. 2). Si prende come esempio il circuito della plafoniera per l'illuminazione interna di un'automobile (fig. 2). La lampada E d'illuminazione interna viene alimentata con due contatti sulle portiere S1 e S2 connessi in parallelo.

La lampada E s'accende se uno dei due contatti o entrambi sono chiusi allo stesso tempo (fig. 2).

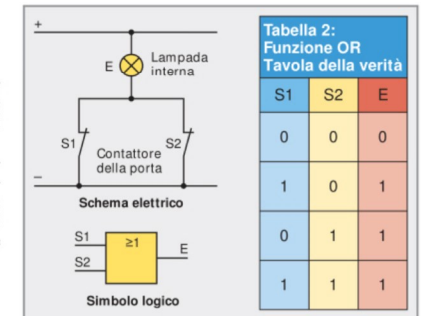


Figura 2: Funzione OR, schema elettrico e simbolo logico del contattore di porta di una vettura

Funzione NOT

Per la funzione NOT, un segnale d'uscita è presente quando non c'è segnale d'entrata (tab. 3 in fig. 3). La funzione NOT è la negazione, ciò significa l'inversione dello stato del segnale.

Per esempio, un interruttore è connesso con un relè chiuso a riposo in un comando elettrico. La lampada E è sempre accesa, se l'interruttore S è aperto (fig. 3).

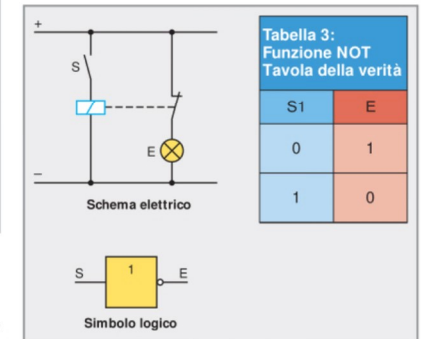


Figura 3 Funzione NOT, schema elettrico e simbolo logico

5.3.5 Comandi sequenziali

Nei comandi sequenziali, i processi di comando seguono uno svolgimento impostato e mano a mano predeterminato. Il passo successivo avviene se si sono realizzate le condizioni di commutazione. La commutazione successiva può dipendere dal tempo o dal processo.

Rappresentazione dei comandi sequenziali

Lo svolgimento del comando può essere rappresentato da simboli di passi e di comandi negli schemi di funzione (fig. 1).

Il **simbolo di passo** è un rettangolo diviso in due campi. Il campo superiore contiene il numero del passo, il campo inferiore indica il processo.

Il **simbolo di comando** può essere suddiviso in tre campi. Il campo A indica il tipo di comando, per esempio S = memorizzato. Nel campo B si trova l'effetto del comando. Il campo C segna il punto d'arresto di un comando d'uscita. Per esempio, dei numeri sono scritti nel campo C.

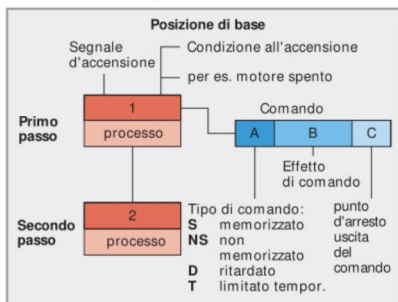


Figura 1: Svolgimento della funzione (schema) con simboli di passo e di comando

Esempio di un comando sequenziale

Il motorino d'avviamento a comando positivo di una vettura (fig. 2) lavora con un comando sequenziale che è rappresentato nello schema di svolgimento (fig. 3).

Primo passo: è realizzato se il comando è nella posizione di base e viene dato l'ordine ACCESO. Mediante l'azionamento dell'interruttore d'avviamento, gli avvolgimenti di lancio e di tenuta del relè di comando K1 ricevono della corrente. Il motorino d'avviamento riceve, attraverso l'avvolgimento di lancio, una corrente ridotta che permette all'indotto di ruotare lentamente. Contemporaneamente, il solenoide del relè viene tirato e spinge così il pignone del motorino verso la corona del volante del motore, mediante la forcella. Il comando resta memorizzato fino a quando è rimpiazzato da un contro-comando. Quando il solenoide del relè è completamente inne-

stato, i contatti del relè K1 si chiudono. È il segnale per il passo 2.

Secondo passo: è realizzato quando il solenoide del relè è completamente attirato. L'avvolgimento d'eccitazione del motorino d'avviamento è connesso direttamente a B+. In questo modo, il motorino riceve la piena potenza della corrente e fa girare il motore fino ad ottenerne l'avviamento. Una ruota libera impedisce una rotazione troppo rapida del motorino quando il motore è in funzione.

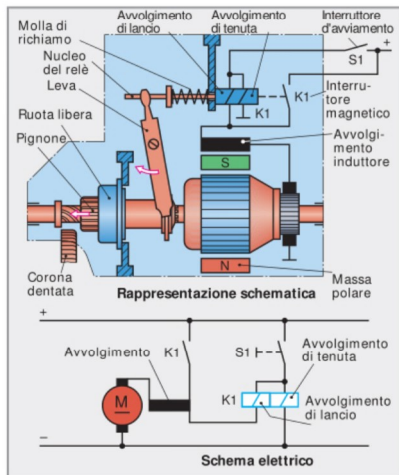


Figura 2: Motorino avviamento elettromeccanico a comando positivo, il circuito

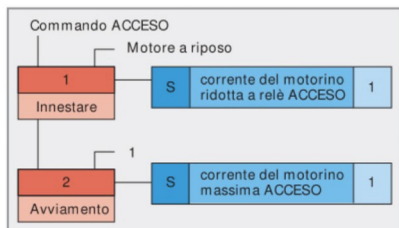


Figura 3: Svolgimento della funzione (estratto) del motorino d'avviamento

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Che cosa si intende per comando logico?
- 2 Quali sono le funzioni di base dei comandi logici?
- 3 Quali sono le caratteristiche di un comando sequenziale?